

新工科背景下 AI 赋能的《工程化学》知识图谱构建

王翠苹, 李雪, 李晓, 王志有
辽宁科技大学化工学院, 辽宁 鞍山 114051
DOI: 10.61369/RTED.2025170004

摘 要 : 在新工科建设的浪潮下, 培养具备跨学科视野、实践创新能力和解决复杂工程问题能力的高素质人才成为高等教育的重要目标, 《工程化学》作为一门连接化学基础理论与工程实际应用的重要课程, 在新工科人才培养中占据着关键地位, 然而传统的《工程化学》教学模式存在知识碎片化、与工程实践结合不紧密等问题, 难以满足新工科人才培养的需求, 借助 AI 技术构建《工程化学》知识图谱, 能够有效整合知识资源, 优化教学模式, 为新工科人才培养提供有力支撑。

关 键 词 : AI; 知识图谱; 新工科; 创新能力; 数字化; 工程化学

AI-Enhanced Knowledge Graph Construction for "Engineering Chemistry" in New Engineering Education

Wang Cuiping, Li Xue, Li Xiao, Wang Zhiyou

College of Chemical Engineering, University of Science and Technology Liaoning, Anshan, Liaoning 114051

Abstract : In the wave of new engineering construction, cultivating high-quality talents with interdisciplinary vision, practical innovation ability and the ability to solve complex engineering problems has become an important goal of higher education. As an important course connecting basic chemical theories and practical engineering applications, "Engineering Chemistry" plays a key role in the training of new engineering talents. However, the traditional teaching mode of "Engineering Chemistry" has problems such as fragmented knowledge and weak combination with engineering practice, which is difficult to meet the needs of new engineering talent training. The construction of "Engineering Chemistry" knowledge graph with the help of AI technology can effectively integrate knowledge resources, optimize the teaching mode, and provide strong support for the training of new engineering talents.

Keywords : AI; knowledge graph; new engineering; innovation ability; digitalization; engineering chemistry

引言

随着信息技术的迅猛发展和数字化浪潮的推动, 高等教育改革进入数字化转型的新阶段, 这使得高等教育需要构建“核心课程 + 知识图谱”的核心课程体系, 使知识图谱技术在精准化课堂教学、多样化教学创新、智能化资源推送、精细化学习管理、个性化学习路径规划等诸多方面得以广泛应用, 《工程化学》是针对非化学化工类专业学生开设的一门通识必修课, 其中涉及机设、机电、机工、能源、智造等广泛专业, 基于新工科背景下应用型人才培养需求, 《工程化学》课程需要确定教学目标和教学任务, 在提升教学目标挑战度、提高教学内容高阶性的同时, 也不断尝试利用数字技术赋能课程改革。

一、新工科对高等教育《工程化学》课程人才培养的要求

新工科建设以产业需求为导向, 强调学科交叉融合、创新能力培养和实践应用导向, 对《工程化学》课程的人才培养提出了系统性变革要求, 传统《工程化学》教学侧重理论知识的系统性传授, 以化学基本原理、物质结构、反应规律等为核心内容, 教

学目标聚焦于知识记忆与基础应用, 而新工科背景下课程人才培养需实现从“知识传授”向“能力塑造”的转变, 突出工程实践能力、跨学科整合能力和创新思维的培养^[1], 一方面, 新工科要求《工程化学》课程培养学生运用化学知识解决复杂工程问题的能力, 现代工程领域如新材料研发、能源转化、环境保护等, 均需要以化学原理为基础进行技术创新, 这要求学生不仅掌握化学反应热力学、动力学等理论知识, 更能将其与机械工程、材料科

基金项目: 2025 年度辽宁省教育科学“十四五”规划课题(课题编号: JG25DB245); 2025 年度辽宁科技大学本科教学改革研究项目(课题编号: XJJG202510)。

学、人工智能等学科知识结合，形成解决实际工程问题的综合能力；另一方面新工科强调培养学生的终身学习能力和创新意识，随着科技的快速发展，工程化学领域的知识更新迭代加速，课程教学需超越教材内容的局限，引导学生掌握知识的内在逻辑和关联规律，形成自主学习和知识迁移的能力。

二、AI 赋能的《工程化学》知识图谱构建的重要性

（一）优化教学资源，实现个性化学习

传统教学资源多以教材、课件、习题集等形式独立存在，知识之间的内在关联被割裂，学生难以把握知识点的逻辑脉络，知识图谱借助人工智能技术将分散的教学资源按知识节点进行关联，构建起包含核心概念、原理、应用案例、习题等要素的网状知识结构，如将“化学热力学”节点与“反应焓变计算”“工程能量转换”“工业反应条件优化”等子节点关联，形成完整的知识体系，在此基础上教师可以构建更加系统、科学的教学内容体系，将知识点按照其内在逻辑关系进行组织和呈现，学生可以利用知识图谱直观地了解各知识点之间的关联，根据自己的学习需求和进度，自主选择学习内容，实现个性化学习^[2]。

（二）实现跨学科融合，培养学生综合能力

《工程化学》知识图谱涵盖了化学、材料、能源、环境等多个学科领域的知识关联，构建知识图谱，学生能够清晰地看到不同学科之间的联系，促进学科知识的交叉融合，具体而言，基于人工智能技术，知识图谱可构建多学科知识节点的关联网络，清晰展示化学原理在不同工程领域的应用逻辑，促使学生可以将不同知识点进行有效串联，构建较为全面化的知识体系^[3]，此外知识图谱支持多学科问题的智能化拆解，如面对“工业废水处理”的复杂工程问题，系统可利用知识图谱将其拆解为污染物化学性质分析、反应机理设计、处理设备选型等问题，帮助学生调用化学、工程设计、环境科学等多学科知识解决问题，培养其跨学科思维和综合应用能力。

（三）知识结构可视化，实现自主学习

《工程化学》知识体系具有较强的抽象性和逻辑性，如化学反应动力学中反应速率与浓度、温度的关系，物质结构中原子排布与性能的关联等，学生难以借助文字描述建立清晰的知识框架，知识图谱利用可视化技术将《工程化学》的抽象知识结构转化为直观的网状图谱，降低知识理解难度，激发学生的自主学习动力，同时学生可以利用知识图谱点击节点查看详细内容，如定义、公式、案例，拖拽节点调整知识图谱的呈现视角，或搜索功能快速定位目标知识点及其关联内容^[4]。

（四）建立多样化评价体系，提高教学的针对性

基于知识图谱的评价体系可利用 AI 算法采集学生的全学习过程数据，包括知识点掌握程度、知识关联应用能力、跨学科问题解决能力等多维度指标，形成全面的学习画像，知识图谱可追踪学生对各知识节点的掌握深度和广度，教师可以对学生学习情况进行全面、准确的评估^[5]，分析学生在知识图谱中的学习轨迹和知识掌握程度，了解学生的学习难点和薄弱环节，及时调整教学

策略和内容，提高教学的针对性和有效性。

三、新工科背景下 AI 赋能的《工程化学》知识图谱构建路径

（一）优化教学资源，构建工程化学知识图谱

优化教学资源是构建知识图谱的基础，需要利用系统化梳理和 AI 技术处理，形成结构化的知识节点和关联网络，其一，对《工程化学》的核心教学内容进行拆解，提炼基础概念、原理公式、实验方法、工程应用等知识要素，确定知识节点的层级结构，这一过程需结合新工科人才培养需求，重点强化工程应用类知识节点的设置；其二，依托超星泛雅网络教学平台，对工程化学课程的知识点进行梳理和提取，包括基本概念、原理、应用、案例、思政等核心知识点，之后确定知识点之间的层次关系和依赖关系并进行关联设置，将相关教材、课件、音视频、文献、题库等数字资源按照核心知识点分类整合，兼顾学生的个性化需求^[6]，重新组织课程内容，最后按照模板或者课程章节方式进行知识图谱的导入，完成以知识学习为支撑的系统化知识图谱的构建；其三，运用 AI 技术对多元教学资源进行数字化处理和关联匹配，将教材内容、课件、实验视频、学术论文、工程案例等资源转化为可标注的数字文本或多媒体资源，利用自然语言处理技术识别资源中的关键知识点，自动建立与知识节点的关联^[7]，另外构建以问题解决为线索的问题图谱和以价值塑造为引领的课程思政图谱，借助图谱强大的链接功能，实现教学资源的快速检索和关联，帮助学生构建强大且稳定的知识网络，提高教学资源在知识传授中的实用性。

（二）融合教学内容，建立工程化学知识框架

随着信息技术的发展，知识图谱作为一种强大的信息组织和检索工具在教育领域得到了广泛的应用，知识图谱构建实体之间的关系网络，实现了对复杂知识体系的可视化呈现，为学生提供更为详细的学习思路^[8]，新工科背景下，《工程化学》需与机械工程、材料科学、环境工程、人工智能等学科深度融合，知识框架的构建需体现这种交叉性，具体而言，利用关联规则挖掘算法分析工程实践案例中不同学科知识的共现频率，调整知识图谱中节点的关联权重，使知识框架更贴合工程化学领域的实际需求，同时导入的课程内容，借助系统自动识别与关键知识点抽取功能，搭建起完整的知识图谱，针对每个知识点对应的各类资源，包括教学视频、实践案例、课后习题等，借助 AI 技术建立关联机制，便于学生在学习过程中快速检索所需相关资料。围绕学生在课程学习中可能集中关注的问题，专门建设课程专属的指令数据库^[9]；此外还可运用 AI 动态工具将教学内容涉及的相关案例整合至知识图谱中。当学生点击理论知识点时，动态知识图谱会直观呈现相关的实验制备流程与操作步骤，帮助学生清晰理解抽象理论在实际工业场景中的应用方式，从而有效提升学习体验与知识理解深度。

（三）实施混合式教学模式，深化对知识的理解和应用

混合式教学模式的核心在于利用现代信息技术手段，如在线

教育平台、虚拟现实技术等，将抽象的化学知识以更加直观、生动的方式呈现给学生。学生可以借助在线平台随时随地学习，进行知识的巩固与拓展，线上环节以知识图谱为核心载体，学生借助智能学习平台自主学习知识节点内容，系统根据知识图谱和学习数据推送个性化学习资源和任务，例如学生在线上完成“化学反应工程”知识节点的理论学习后，系统基于知识图谱推送相关的虚拟仿真实验和工程案例^[10]，并利用 AI 答疑工具解决学习中的疑问，线上学习数据可以实时反馈至知识图谱，动态更新学生的知识掌握画像；线下环节聚焦知识的深度应用和实践能力培养，教师应当基于知识图谱设计互动教学活动，具体而言，在课堂教学中教师可利用知识图谱可视化工具展示复杂知识关联，引导学生开展小组讨论，并结合知识图谱中的工程案例节点设计项目式学习任务，如让学生基于“水质净化化学”知识节点的关联内容，完成小型污水处理方案的设计与实验验证，促使学生在自主学习与协作探究中深化对知识的理解和应用，培养其工程实践能力和创新思维。

（四）利用知识图谱，建立智能化评价体系

传统的教学模式与课程评价机制相对单一，缺乏灵活性与多元性，难以适配学生日趋多样、个性化的学习诉求，借助知识图

谱设计多维度教学评价体系，将知识点与学生学习状况建立关联，能够协助教师与学生持续检验并优化知识传授模式及知识掌握程度，一方面，教师通过对学生在知识图谱中的学习轨迹和行为数据进行精准分析，可实现对学生学习效果的全面、动态考评，进而有针对性地调整教学内容与方法，助力学生构建知识点的分级掌握与应用能力，培育学生的批判性思维；另一方面，教师可借助课前预习活动、课中课堂研讨与案例剖析、课后练习及课程延伸等教学环节，全面捕捉学生在知识图谱中的学习时长、讨论参与热度、项目完成质量与效率等多维度信息，基于这些数据，教师能够在教学过程中对学生实施全员覆盖、全流程跟踪、全方位考察的客观精准综合评价，从而助力学生提升学习效能。

四、结语

总之，AI 赋能的《工程化学》知识图谱构建，为新工科人才培养提供了一种全新的教学模式和知识管理方式。它不仅能够整合知识资源，优化教学方法，还能有效培养学生的自主学习能力、跨学科思维和实践创新能力，为新工科人才的成长奠定坚实的基础。

参考文献

[1] 武文娜, 张涛, 何涛, 冯凯, 韩艳阳, 刘珊珊, 柳华杰, 李庆忠, 杨昕. AI 助教在普通化学原理混合式教学中的应用——以“原子结构”教学为例 [J]. 大学化学, 2025, 40(X), 1-8.

[2] 李玲, 王国成. 知识图谱与 AI 助教在无机化学混合式教学中的初步探索——以“沉淀溶解平衡”的教学为例 [J]. 大学化学, 2025, 40(6), 1-8.

[3] 刘玲玲, 王艳明. 基于知识图谱的“普通化学”混合式教学改革 [J]. 黑龙江教育 (理论与实践), 2025, 40(6), 1-4.

[4] 祝智庭, 张博, 戴岭. 数智赋能智慧教育的变与不变之道 [J]. 中国教育信息化, 2024, 30(03), 1-12.

[5] 徐安莉, 赵敏, 陈会敏, 等. 数字化技术在中医药院校生物化学课程中的应用研究 [J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(06): 36-40.

[6] 罗云杰, 李星, 谢洪珍. 数智时代背景下分析化学课程教学体系改革与实践 [J]. 高教学刊, 2025, 11(07): 48-51.

[7] 高利苹, 张建英, 陈玉萍, 等. 无机化学课程“四合四融”创新与实践——以滁州学院为例 [J]. 云南化工, 2025, 52(02): 134-138.

[8] 杨全中, 张玉国, 白琳, 等. 规模化因材施教视域下医学生物化学知识图谱构建与应用研究 [J]. 时代青年, 2025, (05): 58-60.

[9] 李雪. 知识图谱在药学专业化学课程重构中的应用与效果研究 [J]. 中国多媒体与网络教学学报 (中旬刊), 2024, (10): 105-108.

[10] 白伟, 于丽梅, 宋汪泽, 等. 基于虚拟教研室平台的有机化学课程知识图谱建设探索 [J]. 大学化学, 2023, 38(10): 56-59.